

В. МАЗУРЕНКО

Єдина матерія—еволюція хемичних елементів.

(В зв'язку з новішими дослідями радіоактивності).

Поняття про хемичний елемент, поняття, що склалося майже півтора століття тому назад з часів Лавуазьє, що замінило з того часу алхемичне уявлення про єдиний «корінь» всіх елементів, про єдину первісну матерію, з якої походять всі субстанції (творива), що безповоротно, здавалось, поклало на всі змагання алхіміків до перетворювання одного елемента в інший ганебну печать смішного глупства або ж свідомого шарлатанства, поняття, що припинило багатовікову роботу алхіміків, роботу, яку темна середньовічна влада не змогла припинити ні шибеницями, ні вогнем,—це поняття про хемичний елемент на наших очах в зв'язку з виявою радіоактивних субстанцій переживає останній акт своєї півтораковікової драми.

До цього ми навіть покинули й почали забувати самий термін «матерія», бо з ним зв'язано було «метафізичне» уявлення про єдиний початок, про єдине первісне твориво, що з нього походять всі інші творива (субстанції).

Атом, що в його безумовну неподільність ми непохитно вірили майже півтора століття і що сам славнозвісний Д. І. Менделєєв до самої своєї смерті нас з запалом вчив вірити в неподільність атома й вічну сталість хемичних елементів (пригадую промову Д. І. на з'їзді хемиків у Петербурзі, яку він закінчив так: «греки вірили в багатьох богів і в єдину матерію, тепер же ми віримо в одного бога і в багато матерій»),—цей атом не визнає жадних авторитетів: він розпадається на наших очах (уран переходить в радій, радій в свинець і т. д.) і цим остільки перекинув наше уявлення про хемичні процеси, що проф. Писаржевський мав повну рацію так написати про сучасний напрямок своєї науки: «хемія становиться одним із розділів науки про електричність».

В навчаннях єгиптян, вавилонців і індусів ми знаходимо казання про те, що увесь видимий світ походить з однієї первісної матерії і що таким первнем вважали воду.

Платон і Аристотель прийняли навчання про походження всіх існуючих тіл з чотирьох елементів—вогню, води, землі і

повітря: існують «чотири коріня всього існуючого—огонь і вода, і земля, і безмежна височина етера; з них (сталось) все, що було, і що є, і що буде» (Емпедокл). З цих елементів складаються всі тіла світу. «Постійна зміна ніколи не припиняється: то коханням сполучається все в єдине, то, навпаки, ворожнечею ненависти все несеться в різні боки... Нема народження жадної смертної речі, нема й кінця від смертельної загибелі, а тільки змішування й розділювання змішаного; це-то людьми й зветься народженням; через те, що ніщо не може виникнути з нічого, і ніяк не може те, що є, зникнути». «Всі вони (елементи) є рівні й однаково віковічні».

Таким чином для Емпедокла, як і для Менделєєва, елементи були вічними й незмінними. Емпедокл визнавав 4 елемента, а Менделєєв більше 70-ти.

Навпаки, Платон і Аристотель сполучили думку про чотири елементи з ідеєю про єдність матерії. Після думки цих філософів елементи можуть переходити один в інші. Вони є тільки основними формами, що їх здатна прибирати первісна матерія (гюле), що в цій прибраній формі входить в склад різних тіл світа.

Отже, навчання про чотири елементи й переконання що до єдності матерії або іншого загального первісного принципу—оце вся духовна спадщина, що, справді, не в чистому вигляді, а з різними наростами й намулом, переважно містичного характеру, що відносилися до більш пізнього часу,—оце все те духовне багатство, що було залишено грецькими філософами в спадщину варварам, що стали владиками світу після зруйнування спочатку грецької, а опісля й римської культури.

Коло того часу (найбільш правдоподібно, на протязі перших двох віків нашої ери) в історії людської думки сталася подія великого, можна сказати, світового значіння. Абстрактні ідеї грецьких філософів зустрінулись з іншими течіями мислення й матеріальної творчості, з течіями чисто практичного характеру, що виникли у де-яких народів сходу і, головним чином, у єгиптянів.

В країні фараонів за де-кілька тисячоліть до нашого літочислення ті, що їх було введено в таємниці вмілості, які пильно зберігалися й охоронялися від цікавого стороннього ока, вміли користуватися хемічними процесами для того, щоб спожиткувати з них реальні вигоди. Єгиптяни вміли витоплювати метали з руд, виготовлювати й фарбувати скло, порцеляну й емаль, фарбувати тканину в різні кольори; їм були відомі засоби, як одержувати запашні творива, як консервувати мертве тіло, упереджати його гниття при допомозі де-яких продуктів, переважно рослинного походження, й багато іншого. Про все це, разом з пам'ятками письменства, наочно свідчать саркофаги, мумії й інші німі свідки матеріальної культури єгиптян, що так чудово збереглися до цього часу.

І от зчинилося зіткнення двох культур, двох різних світоглядів. Греки, що звикли до абстрактного теоретизування, що вважали не тільки ремесла, а навіть і наукові спроби справою рабів, а не «вільного громадянина», зіткнулись з практичним утилітарним напрямком тубільців долини Нілу.

Абстрактні філософські системи зіткнулись з практичними завичками, що їх було вироблено на протязі цілих тисячоліть. Після боротьби сталося часткове злиття. Головним коном цього визначного процесу, правдоподібно, була Олександрія, що переживала в той час добу свого блискучого розквіту; в наслідок цього з'явилось нове оригінальне сполучення теорії з практикою. Виникла алхімія, що потім основно підштовхнула розвиток сучасної хемічної науки, а також і хемічної промисловости.

Відомо всім, що заповітною мрією алхіміків було винайдення шляхів, що ведуть до перетворення дешевих, так званих «нешляхетних» металів в «шляхетні»—в срібло й в золото, особливо в золото, що вважалось за царя всіх металів. Нема сумніву, що віра в можливість такого досягнення підкріплювалась навчанням давніх про єдину матерію, про де-кілька, не багато її корінних форм-елементів; бо, коли вся ріжнорманітність творів є тільки ріжними формами одного первісного або містить в собі одні й ті ж чотири елементи, але в ріжних сполученнях і пропорціях, так ясно, що мусить існувати можливість для безмежного перетворювання творів одного в інші, можливість трансмутації. Звичайно, золото не повинно бути винятком з загального правила. Не слід недоцінювати значіння цього психологічного моменту. Адже ж без віри в можливість досягнення зазначеного результату не може мати успіху ні одно підприємство. Але ж філософія давніх і особливо навчання Аристотеля, що майже цілковито панувало над думками на протязі цілої доби середніх віків, мало для алхіміків ще й друге значіння. Прагнучи до чисто практичної, матеріальної мети, алхіміки повинні були робити низку ріжнорманітних спроб тим більше численних, що завдання, яке вони собі постановили, як ми зараз знаємо, було неможливо виконати при допомозі тих засобів, що малися до їх розпорядження. Результат, що його було шукано, все більше й більше віддалявся в будучину.

Тут інтересно підкреслити твердження одного, безумовно, правдивого принципу, важливого для успіху так наукової, як і практичної життєвої роботи.

При зазначених умовах видатне значіння мало те, що навчання Аристотеля примушувало алхіміків триматися в своїх спробах певного плану або напрямку, підпорядковуючи ці спроби якійсь загальній ідеї. Наука Аристотеля в загальній формі виявилась неправдивою й хибною. Але в науці багато разів було доведено й визнано глибоко правдивим твердження, що кермуватися провідною ідеєю, хоч би й помилковою, завше

краще, завше доцільніш, ніж залишатися без усякої ідеї й, виключно піддаючись грубому емпіризмові, обмежуватись одним реєструванням випадкового фактичного матеріялу. Так було і в цьому разі.

Відомо, з яким запалом працювали все своє життя численні алхемики для осягнення своїх планів, борючись з надмірними труднощами свого часу. Відомо також, що в темну добу панування войовничого християнства св. отці церкви переслідували, катували, вішали й палили на вогні алхемиків, як агентів диявола. Одначе, алхемики, перейняті загальною ідеєю, виконали завдання свого часу. Безсумнівним фактом є те, що як раз алхемики підготували ґрунт для розвитку сучасної хемії й до того ж не тільки з фактичного, але й з теоретичного боку.

Сучасна наука надає слову елемент незрівняно більш ясно означений зміст, ніж те туманне й невиразне навчання про елементи, що складалось в думках грецьких філософів і від них перейшло до алхемиків. Наука, відкидаючи всяку спекуляцію, спірається зараз виключно на свідоцтво експерименту. Звичайно, цей глибокий переворот в думках, що потім ґрунтовно змінив погляди на завдання науки взагалі й хемії зокрема і на шляхи, що ведуть до їх здійснення, створився не зразу. Процес, що його підготовлював, проходив на протязі багатьох віків, як реакція супроти містики й схоластики, що поволі, хоч і з жорстоким боєм, мусили нарешті відступати в звязку з демократизацією науки, з демократизацією, потрібною для розвитку великого капіталістичного господарства.

Вже сами алхемики власними руками хоч і дуже поволі, але ґрунтовно, рили домовину своєму навчанню. В міру накопичування досвіду й числа невдач перед найбільш світлими й далекозорими умами виявлялась нездібність аристотелевської схоластики, як провідниці науки. Навпаки, все більш і більш становилось наочним, що коли й можна було осягнути чогось позитивного, так виключно тільки шляхом спостережень і лабораторних спроб. Але коли взяти на увагу консерватизм людського розуму взагалі й забобони й темноту середньовіччя особливо, так ясно стане, чому нові погляди так туго прищеплювались, хоч уже в XIII віці ми зустрічаєм Р. Бекона, францисканця, що насмілюється піднести свій поодинокий голос супроти панувальної тоді доктрини Аристотеля.

Незрівнянно виразніш, докладніш і яскравіш зазначено ті ж самі думки через 200 літ після Р. Бекона у геніяльного Леонардо-да-Вінчі (1452—1519), що жив в самий розквіт доби відродження й що його образ так мистецьки змалював Мережковський.

Для Леонардо «мудрість є дочка спроби», «спроба ніколи не обманює; обманюють нас тільки наші міркування»... Але Вінчі остерегав і від грубого емпіризму, бо казав: «теорія — полководець, а практика салдати», а «ті, що приліплюються

до практики без знаття, подібні мореплавателю без стерня й без компасу». В іншому місці він пророкує величезне значіння математичному методі.

Для нас зараз особливий інтерес має його гостро заперечне відношення до алхімії. Він доводив, що одержати всі метали з живого срібла також неможливо, як обернути яблуко в дуба.

Ми не ставили тут своїм завданням давати докладніший начерк цієї драми, що її прелюдія починається з часів сідої старовини, що вона в середні віки набірає трагічного патосу, що після Леонардо-да-Вінчі, Роберта Бойля (1627—1691), Бехера, Сталія й особливо після геніального Лавуазьє (1743—1794 р.) переживає добу «антитези», добу тверезого скептицизму (що до перетворення елементів) аж до нашого «синтезуючого» часу, аж до нашого геніального сучасника Д. І Менделєєва включно.

Відкриття радія й радіоактивних творив зробило ґрунтовний переворот в поглядах на атом і на структуру творива й знов глибоко схвилювало не тільки вчених, а й найширші кола людської думки. Замовкли на віки тисячолітні жорстокі й палкі дискусії.

Справді, на наших очах атом розпадається; ми знаємо радіоактивні елементи, що, самочинно вилучаючи промінь, переходять в інші, хемично відмінні від них елементи.

Знаменито, що зараз одним з посередніх доказів, які свідчать про спільне походження елементів з первісної матерії, на першому місці сучасні вчені становлять періодичний закон Менделєєва 1869 року, хоч сам творець закону ставився дуже скептично до всяких спекуляцій про єдину матерію, як до «позбавлених жадної досвідньої підпори, а через те й не відповідаючих дисципліні позитивних відомостей природознавства».

Справді, періодичний закон підпорядкував всю ріжнманитність хемичних елементів єдиному спільному початкові. Суть періодичного закону можна вважати загальновідомою. Коли пороскладати хемичні елементи в ряд в черзі зростання атомової ваги, то всі якості й властивості цих елементів, відповідаючих їм простих тіл і їх аналогічних сполучень з іншими елементами будуть змінюватись періодично, інакше кажучи, вони стоять в періодичній залежності від атомової ваги.

Почавши з якогось елемету і перебравши в такому рядові певне число елементів, ми зустрінемо елемент, що в багатьох відношеннях подібний до того, від якого ми почали. Отже, елементи сами по собі лаштуються в стрункому порядкуві, створюючи періодичну таблицю, що її класичну форму можна знайти в підручниках теоретичної хемії.

В цій таблиці кожному елементові відповідає цілком стаłe місце, або клітка. Становище елемента в клітці означається всією сукупністю відносин його до інших елементів, всіма фізичними й хемичними властивостями цього елемету, чи-то вилученого в вільному стані (просте тіло), чи-то в аналогічних його сполученнях.

Для нас тут найголовніше наукове й філософичне значіння періодичного закону є в тому, що, зводячи різноманітність ознак окремих елементів до єдності, поєднавши їх ніби-то в єдину спільну родину, він тим самим створив переконуючий документ, що свідчить про їх єдине походження, мовляв, про кривне їх споріднення проміж собою.

Проф. Чугаєв вважає, що як раз періодичний закон досить просто наводить думку на можливий розклад атому, подібно до розкладу молекули. Проте, Дм. Ів. вірив «в єдиного бога й багато матерій»! Однак не тільки ми зараз, а й де-які учені сучасники Менделєєва не вірили ні в те ні вдруге.

Відомий англійський фізик і хемик В. Крукс, спіраючись на періодичний закон і на низку інших аргументів, приходив (1886 р.) до висновку, що, правдоподібно, елементи виникли із первісної матерії, або протіла, шляхом еволюції, подібно до того, як небесні тіла по Лапласу, як рослини й звірі нашої планети по Лямаркові, Дарвіну й Уолесу.

Дальніший розвиток науки й особливо найвидатніші винайдення самого останнього часу цілковито ствердили сміливий здогад англійського вченого. І, як ми побачимо далі, коли періодичний закон був одним із головніших посередніх свідоцтв на користь єдиного походження елементів, так, в свою чергу, найновіші досліді, що дали тому досвідні докази, багато сприяли більш правдивій і повній формуловці самого періодичного закону.

ПРО ЕЛЕКТРИЧНІ АТОМИ.

Нове світло на справу про походження й еволюцію елементів було кинуте новою дуже життєздатною й творчою течією в науці, наукою про електрони, що остаточно закріпилася тільки наприкінці 90-х років XIX віку.

Всім відомі з'явища електролізу, що при ньому розчинене хемичне твориво електричним током розподіляється на йони (напр., електроліз води, власне, квасу, кухонної соли, мідного купоросу і т. и.); відомо також, що вагова кількість кожного з продуктів електролізу, значить, йонів, пропорціональна: 1) кількості електричності, що тут пройшла, і 2) хемичному еквівалентові даного йону.

Для пояснення цих з'явищ Гельмгольц дійшов до гіпотези про існування електричних атомів, що відрізняються від атомів важучого творива тим, що вони тільки двох родів: атоми позитивної електричності й негативної. Себ-то атоми ці відрізняються тільки знаком, а не кількістю електричності, що в них міститься. Досить легко навіть підрахувати кількість електричності в атомі Гельмгольца. Вона є рівною $1,57 \times 10^{-19}$ (себ-то 1,57, поділеним на число $= 1$ з 19 нулями) кулонів. Це без краю мала кількість електричності. Чи має такий атом також і вагу? На це запитання не могло дати відповіді вивчання явищ

електролізу, але відповідь несподівано було одержано з цілком іншого боку.

Ще Крукс, досліджуючи появу особливого темного проміню при перепуску електричного розряду через склянку з дуже розрідженим газом, помітив, що ці проміння вилучаються з катоду, розпросторюються по простій лінії, викликають світіння (флюоресценцію) скла й різних тіл, що є в склянці. Особливо інтенсивно, що ці проміння, що їх названо катодовими проміннями під впливом магніту отхиляються так від свого напрямку, як ніби-то вони несуть на собі негативний електричний заряд (див. мал. 1).

Тільки Томсонові та його учням, особливо всесвітньо відомому тепер Ернесту Рутерфордові, пощастило остаточно довести, що катодові проміння є потоки хутко літучих електрично заряджених частинок. Кожна частинка має не тільки певний заряд, але й певну вже вираховану масу. Було показано також, що катодовий промінь можна одержувати при різних умовах. В круковій трубці він одержується переважно з субстанції катода, а почасти з субстанції газу, що є в трубці. Але той же промінь можна одержати від акції ультрафіолетового проміню на метали й інші творива, при розпінанню тих же творив до незвичайно високої температури (як на сонці і т. п.), при багатьох хемічних реакціях і т. д.

Але самим видатним результатом, особливо з інтересуючої нас точки зору, був той, що катодові часточки любого походження завше мали один і той же заряд і одну й ту ж масу.

Маса такої часточки близька до $\frac{1}{1830}$ долі маси водневого атому, а заряд її завше негативний, $\frac{1,59}{10^{19}}$ кулонів, значить, він майже точно є рівний (в межах можливої помилки під час спроби) елементарному зарядові, що про його ми говорили при електролізі, себ-то, зарядові електричного атома Гельмгольца.

А це значить, що в катодових частинках ми маємо дійсні електричні атоми, але тільки їх відірвано від важучої субстанції й вони одержали здібність до самостійного існування. А це значить, вдруге, що електричні атоми можуть мати своїм джерелом любий атом хемічного елементу, що з нього вони походять шляхом викликаного силоміць розпаду атому. Таким чином, було, коли й не доведено з цілковитою наочністю, так принаймні стало дуже правдоподібно, що існує єдиний спільний початок, що входить в склад всіх атомів відомих нам різних творив. Цим початком є атом негативної електричності, що одержав в науці таку популярну зараз назву електрона. Зараз наука про електрон належить до найбільш стало обґрунтованих в цілій сучасній фізиці.

Яким чином електрон створюється з атому того чи іншого хемічного елементу? Про це ще будемо говорити далі. Зараз же

зазначимо, що всякий раз, як тільки виникають катодові проміні, себ-то швидко летючі електрони, в той же час виникають проміні іншого роду, так звані анодові або позитивні. Магнітом вони відхиляються, як і катодові, але в протележний бік, складаються із частинок, заряджених електричністю; але маса цих частинок значно більша, ніж у електронів і різна в різних випадках, заряджено їх позитивною електричністю і рухаються вони значно повільніше (разів в десять приблизно) від електронів. Зараз можна сказати, що ці позитивні частинки виникають одночасово з електронами при розпаді атома, під час його йонізації, що є подібна до йонізації молекула при електролізі. Атом сам по собі—система електрично-нейтральна. При зіткненню з іншими атомами, при акції електричного розряду і т. д. частина електронів, що містяться в ньому, ніби-то вибиваються із атома і вилітають в просторонь; вони рухаються з величезною швидкістю, бо їх маса незначна. А те, що залишається від атома—головна його частина, звичайно, повинна одержати позитивний заряд, що буде рівний сумі зарядів викинутих електронів, і по відомому закону механіки вона повинна рухатися в протележний від електронів бік. Порівнюючи значна маса позитивної частинки повинна мати відповідно й меншу швидкість льоту.

Взагалі, явище розпаду атома до певного ступня нагадує постріл з гармати, що має наслідком «віддачу». Із гармати вилітає начиння з великою швидкістю, але сама гармата відкачується в протилежний бік—тільки рухається вона значно повільніш і швидко припиняється.

Такий в самих загальних рисах образ цього явища. Ми не можемо дивитися на електрони, як на первісну матерію, «протил», що з нього цілком складено атоми елементів. Але що електрони є неодмінним складником, і до того ж складником, що входить у всі атоми відомих нам елементів,—це трірко усталений висновок. Це перше в історії безпосереднє свідoctво досвіду, що велить нам визнати складність хемічних елементів і їх спільне походження.

ПРО РАДІОАКТИВНІ СУБСТАНЦІЇ.

В перші роки після відкриття радіоактивних творив новина з'явищ притягла до себе загальний інтерес, але радіоактивність залишалася спеціальною теорією, що висновки з неї не впливали в значній мірі на загальний розвиток фізики й хемії. Таке становище основно змінилось в останні часи після того, як пощастило вмістити всі радіоактивні елементи в періодичну систему, а, з другого боку, модель атома Рутерфорда-Бора посунула науку про внутрішню будову атома до такого ступня, що про нього де-кілька літ тому назад не можна було й мріяти.

Ми звемо елемент радіоактивним, коли він має здатність сам по собі, вилучаючи промінь, переходити в інший, хімічно відмінний елемент.

В 1896 році французький фізик Анрі Бекерель, скоро після відкриття рентгенівських ікс-промінів, винайшов, що метал уран, а також уранова смоляна руда вилучають оригінальні проміні, що впливають на фотографічну плівку, що вони подібно до катодових і рентгенівських промінів невидимі для ока й викликають йонізацію повітря (розклад молекул повітря на йони).

Досліджуючи радіоактивність різних сортів уранової руди, подружжя Кюрі знайшли, що головним носієм радіоактивності є не сам уран, а якась домішка, що постійно міститься в ньому. Зрештою можна було вилучити із величезної маси руди незначну кількість творива незрівняно (в сотні тисяч разів) більш радіоактивного, ніж уран. Виявилось, що ці домішки є хімічні елементи—полоній і радій. Деб'єрі коло того ж часу додав до них ще третій радіоактивний елемент актиній. Було також доведено, що слаба радіоактивність є й у самому уранові, а також у торію й де-яких інших елементах.

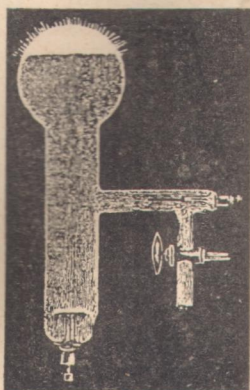
Після дослідів виявилось, що це проміння належить до трьох різних типів. Одно проміння було названо гама-промінням, принципово воно нічим не відрізняється від проміння рентгенівського. Воно також проходить через матеріальні перегородки, навіть через тонкий листок алюмінія. Ось де-кілька фотографій, що цілком нагадують фотографування рентгенівським промінням (мал. 2 і 3).

Значно меншою здатністю до пронизування визначається так назване бета-проміння. Вивчення його привело до висновку, що воно цілком тотожне з катодовим промінням і також складається з надзвичайно хутко летючих електронів. Маса й заряд цих бета-частинок мають ту ж величину, що й типові катодові частинки, тільки швидкість їх льоту значно більша й наближається до швидкості світла, але не досягаючи цієї останньої величини (300.000 кілометр. в 1 сек.). Зрештою, третій тип проміння, що його названо альфа-промінням, має цілковиту аналогію з промінням анодовим або позитивним. Це струмень матеріальних частинок, що швидко несуться (але значно—разів у 10—повільніш, ніж бета-частинки) і що з них кожна має атомову масу, рівну атомовій вазі гелію=4. Кожна бета-частинка несе з собою по 2 одиниці позитивного заряду електричності.

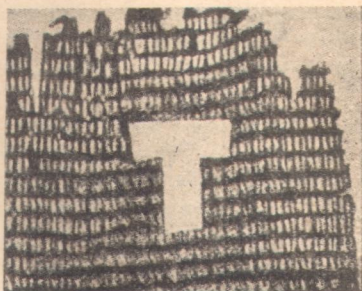
Отже, коли наблизити магнітовий полюс до радієвих промінів, так альфа-проміння і бета-проміння відхиляться в протилежні боки, бо заряджено перші негативно, а другі позитивно. Гама-проміння подібно до рентгенівського зовсім не відхиляється магнітом (див. малюнок 4).

Природа радіоактивних творив і причини, що викликали радіоактивність, залишалися загадовими доти, доки за досліджування не взявся Ернест Рутерфорд. Завдяки його проникливості

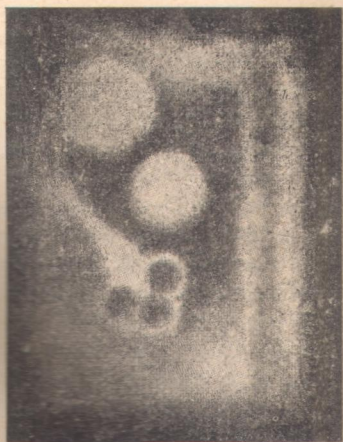
До статті В. Мазуренка.



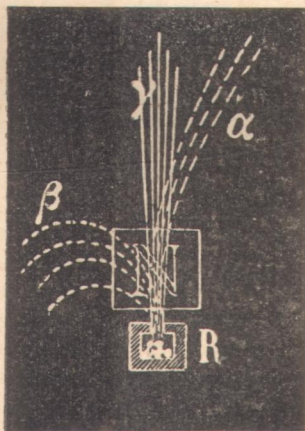
Малюнок 1. При незвичайно великому розряджуванню катодні промені вільно розпросторюються від катоду просто вздовж всієї трубки, не загинаючися до аноду, ударяються об скло й викликають світіння його в протилежній частині трубки.



Малюнок 2. Відбиток ауеровської сітки (в ній міститься торій) через тонку платівку—лист алюмінія. Проміння не проходить через букву Т із свинцю.



Малюнок 3. Фотографія гаманця з грішми й ключем, що її зроблено при допомозі радіо. Між радієм і фотографічною платівкою було 15 ст.



Малюнок 4. Схема проміння радіо. Від радіо R через розтвір у свинцевому ящиккові виходить снопок проміння, що магнітом поділяється на три типи: α—альфа-проміння—слабо одхиляються праворуч, β—бета-проміння—міцно схиляються ліворуч, γ—гама-проміння не відхиляються зовсім.

0

склалося зараз нове уявлення про саму суть радіоактивних процесів. Він припустив, що ці процеси є не чим іншим, як з'явищем розпаду елементарних атомів, подібно до того, як наші звичайні хімічні реакції в певних випадках зводяться до розпаду атомових сполучень—молекул. Ця основна гіпотеза була розвинута в формі стрункої математичної теорії; її було погоджено з існуючими фактами, а висновки з неї надавались до перевірки на досвіді.

Кожний радіоелемент, після Рутерфорда, підпадає природньому розпадові, що йде по певному закону. Закон цей—загальний для всіх радіоелементів—той самий, уже відомий, що йому підлягають звичайні хімічні одномолекулярні реакції, себ-то такі реакції, що в їх рівняння входить тільки одна молекула реагуючого творива. Цей закон розпаду елемента, що по ньому в кожную одиницю часу руйнується невідмінно одна й та ж частина загального числа атомів даного творива, після математичного вирішування при допомозі інтегрування відомого уже диференціального рівняння, допоміг генію Рутерфорда розібратися в складних обставинах розпаду радіоелементів.

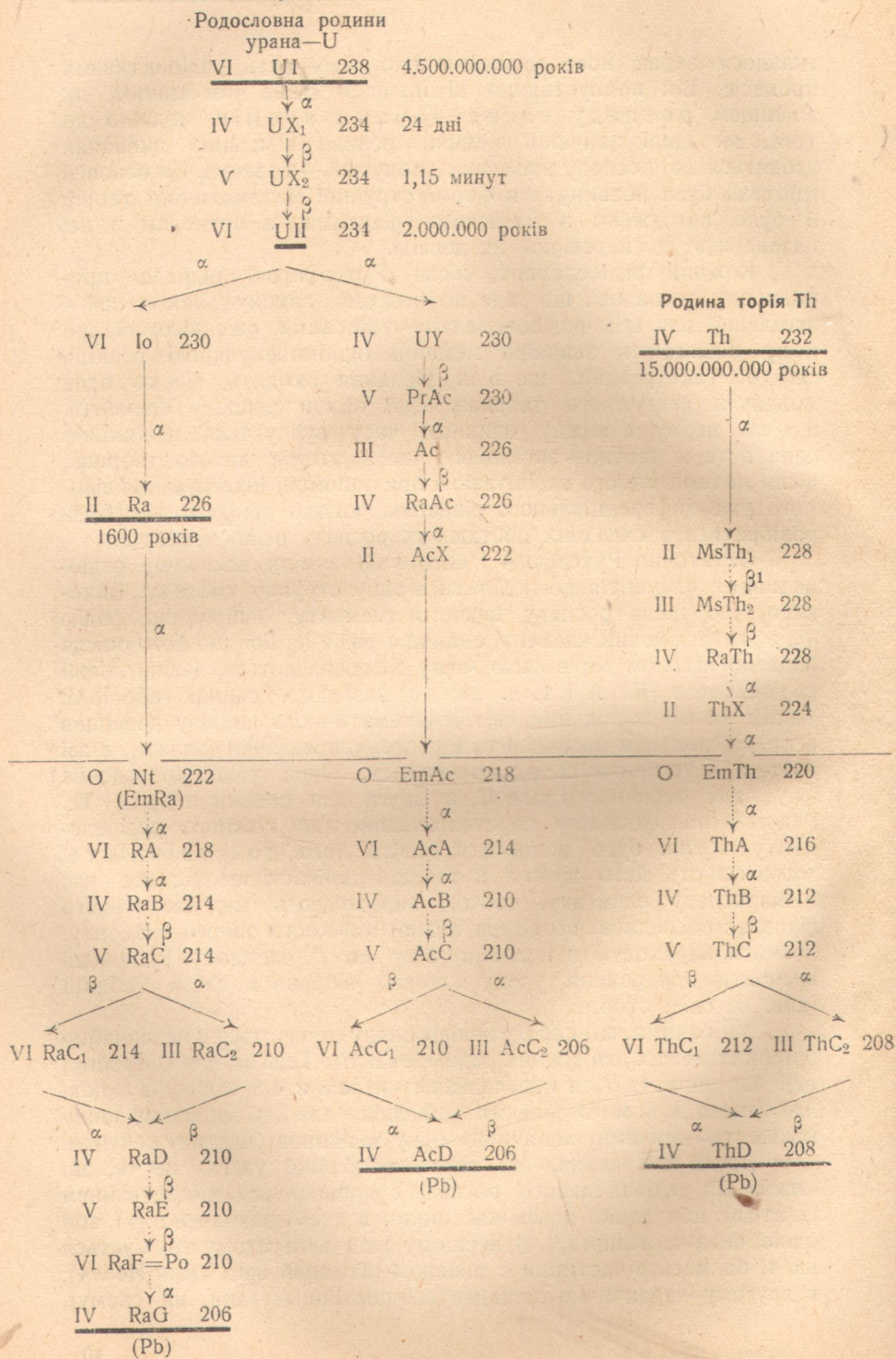
Остаточню Рутерфорд і його учні зуміли всю купу радіоактивних елементів розподілити в одну струнку систему. Виходило, що після розпаду певного елемента, наприклад, радію Ra, з'являвся новий елемент, еманція радію Ra Em, що його опісля названо нітоном Nt; в свою чергу Nt розпадається, даючи новий радіоелемент Ra A і т. д. аж до радієвого свинцю або Ra G. Таким чином дослід при світлі математичного аналізу дозволив всі радіоеlementи розподілити в систему, правдивіше сказати, в дві системи й усталити їх родословну. Одна така родословна існує для родини урана U, а друга для родини торія Th. Рядом з послідовністю перетворювання для кожного радіоеlementу можна було вчислити навіть його довговічність, довгочасність його життя! В таблиці найчастіше дається час напіврозпаду елемента, себ-то, вираховують час, що в нього підпадає розпадові половина певної кількості даного елемента, значить, вираховують половину віку життя елемента. Відповідні висновки для родини урану й торію зібрано в схемі таблиці (див. на слід. стор.).

Ми бачимо, що період напіврозпаду змінюється в незвичайно широких межах для різних радіоеlementів. Тоді як для U (урану) цей час зазначається колосальним числом в 4,5 мільярдів років, для одного ж із його далеких нащадків—для Ra C ми маємо іншу крайність—нікчемну величину—одну мільйонову частину секунди.

Друга обставина, що варта особливої уваги, це те, що кожна дія радіоактивного розпаду супроводиться викидуванням із атому або однієї альфа-частинки—в схемі зазначено (α), або однієї бета-частинки (β). В першому разі вага атому знижується на 4, бо маса α -частинки є рівною 4 (атомова вага гелію He=4); в другому—практично залишається постійною (див. на схему),

ТАБЛИЦЯ РАДІОАКТИВНИХ ПЕРЕТВОРЮВАНЬ.

(Римське число перед елементом—назва групи Менделєєвськ. системи, арабське після—теоретична або досвідна атомова вага).



бо маса електрона β остільки замала порівнюючи навіть до найлегшого атома водню H, що зникає в наших спробах.

Без сумніву, самий факт існування елементів, що на наших очах перетворюються в інші елементи, які, в свою чергу, піддаються дальшому розпаду й створюють нові продукти, має великий інтерес в питанні про походження й еволюцію матерії. Здавалось би, що після цих винаходів питання про єдине походження, про єдиний «корінь» елементів, слід вважати остаточно вирішеним.

В дійсності тут слід усунути насамперед одно ґрунтовне заперечення, що само по собі виникає. Питаються, чи маємо ми право вважати творива, що обертаються одно в інші, та ще без жадного нашого втручання, хемичними елементами. Чи не вступаємо ми тут в суперечність з тим означенням, що його даємо слідком за Лавуазьє поняттю «елемент».

Щоб відповісти на ці запитання, слід зупинитися на обставинах, що в них проходять радіоактивні перетворювання. Як уже було зазначено, вони проходять без жадної участі експериментатора.

Кожну хемичну реакцію відомого досі нам типу можна викликати або затримати, прискорити або зробити повільнішою. Підвищення температури, ділення електричного току, в певних випадках освітлювання промінем певної довжини, участь того чи іншого каталізатора—такі загальновідомі засоби, що до їх допомоги звертається хемик для того, аби викликати або прискорити ту чи іншу хемичну реакцію, і ці засоби завше досягають своєї мети, коли тільки творива, що їх узято для реакції по суті діла не є непридатними до хемичної реакції. Цілком інакше поводяться радіоактивні елементи. Жадний з зазначених засобів не впливає на їх перетворювання, не змінює їх процесу, хоч у як-будь помітному ступні.

Мало того. При звичайних хемичних процесах має величезне значіння, чи знаходиться даний елемент в вільному стані, як просте тіло, чи в хемичному сполученні з іншими елементами і в якому саме. Кисень, напр., в формі O_2 або O_3 , в формі H_2SO_4 і H_2O виявляє ґрунтовно ріжну активність, ріжну здатність до реагування. Навпаки, розпад радіоелемента проходить цілком незалежно від того, в якому сполученні він знаходиться. Розпад радію, напр., проходить цілком однаково, по одному й тому ж законові і з тією ж хуткістю і для вільного металу Ra, і для сульфату $RaSO_4$, і для хлорюра $RaCl_2$.

Ці своєрідні риси, що відзначають радіоактивні процеси відносно звичайних хемичних, знаходяться в тісному звязку з кількістю енергії, що вилучається в тому й другому разі. Оцей приклад зразу вияснює ріжницю, що тут спостерігається.

При цілковитому розкладі 1 грама радію до остаточного продукту—свинцю—сума всієї вилученої при цьому енергії є рівною тій, що вилучається при цілковитому спалюванні (до CO_2) 500.000 грамів (біля 31 пуда) вугілля або ж при спаленню 70.000 гр. водня в воду!

Ми бачимо, що кількості енергії, які вилучаються при радіоактивних процесах, в десятки й сотні тисяч разів перебільшують ті, що їх вилучуванням супроводжуються звичайні хімічні реакції. Дійсно, ми тут маємо явища двох цілком різних порядків, і ріжниця, що тут виявляється, як раз відповідає нашому розумінню про порівнюючий ступінь сталості, з одного боку, хімічних елементів—атомів, а з другого, хімічних сполучень—молекулів. Сили, що діляють в самому атомі, агенти, що їх потрібно для його розкладу або навіть для впливу на хід його розкладу, повинні бути колосальні порівнюючи з тими силами, що діляють між атомами в середині молекули, з тими агентами, що їх досить для розділювання атомів один від одного, для порушення суцільності молекули. Радіоактивні творива з цієї точки зору як раз підходять до категорії елементів. Їх розпад виявляє всі ознаки, що їх ми мусили б надати атомові, коли б він виявився реальністю.

Отже, ми можемо з цілковитим правом вважати, що існування елементів, які самохіть піддаються процесові розпаду та які дають при цьому початок новим елементам, є безсумнівна реальність. В цьому переконанні ще більше ми закріплюємося, бо існує безсумнівна аналогія між радіоактивними творивами й елементами нерадіоактивними, аналогія, яка до того доходить, що ряд радіоелементів знаходить своє законне місце в періодичній системі. Такі є давно відомі уран і торій; такий же недавно винайдений радій.

Крім того, ближче зазнайомлення з продуктами радіоактивних перетворювань виявило серед них принаймні два творива, що мають цілковито характер хімічних елементів, до того дуже добре відомих і цілком позбавлених радіоактивних ознак. Це свинець (оливо) Рв і гелій Не.

Як безпосереднє видно із наведених вище родословних схем, так в родині урана, як і в родині торія, остаточним продуктом розпаду є свинець (оливо), що по своїх властивостях не можна було відрізнити від звичайного свинцю (олива).

Відомий ще давнім звичайний свинець ніколи не викликав серед хемиків якихсь сумнівів в його тотожності. Атомову вагу прийнято рівною 207,2.

Але по теорії Рутерфорда свинець, що має різне радіоактивне минуле, повинний мати й ріжну атомову вагу в залежності від його попередньої історії.

Коли виходити із урана, прийнявши його атомову вагу 238, а радію, значить, 226, то по схемі розпаду Рутерфорда на шляху між ураном і свинцем в головній радієвій галузі уранової родини 8 разів повторюється акт викидання атомом альфа-частинок, а позаяк кожний такий акт супроводжується зменшенням атомової ваги на 4 одиниці, між тим, як страта бета-частинки практично на вагу атома не впливає, то взагалі атомово вага урана повинна стратити $4 \times 8 = 32$ одиниці. Таким чином для

свинцю, що виникає наприкінці процесу, ми одержуємо атомову вагу 206 ($=238-32$). Те ж саме число матимемо, коли почнемо лічити з радію, що після нього до свинцю нараховується 5 викинутих альфа-частинок, що відповідає загальній страті ваги на $4 \times 5 = 20$ одиниць: $226 - 20 = 206$.

Тим же методом знайдемо теоретично й атомову вагу свинця, що вийшов від розпаду атома торію. Торій (з атомовою вагою 232) викидає 6 альфа-частинок, значить, атомова вага торієвого свинцю повинна бути рівною $232 - 4 \times 6 = 208$.

Спроби, що було зроблено рядом дослідувачів, блискуче ствердили оці числа. Здобували свинець із уранових руд, вважаючи його тут за нащадок урану, і знаходили атомову вагу $= 206,08$; також здобували свинець з торієвих руд, і цей свинець дав атомову вагу 207,97, що так чудово підходить до теоретичних підрахунків.

Таким чином, теорія радіоактивного розпаду одержує блискуче підтвердження. Разом з тим в природі знаходяться існуючими цілих три різних форми свинцю з своїми атомовими вагами:

206	208	207,2
урановий	торієвий	звичайний

З них перші два є представники чистої радіоактивної лінії. Звичайний свинець, правдоподібно, можна вважати за мішанину уранового й торієвого свинцю. Принаймні спробами доведено, що при стоплюванні в певній пропорції уранового й торієвого свинців було одержано звичайний свинець з атомовою вагою 207,2 (є резон зараз говорити не про три, а навіть про більше число свинців).

Всі ці свинці відрізняються небагато по атомовій вазі, але цілковито тотожні по своїх хемічних якостях. Їх не можна відділити після сумішки один від інших, як ми можемо відлучити один від одного звичайні елементи, наприклад, мідь від свинцю при допомозі розчинювання мідно-свинцевого стопу в квасах і перепускання через їх таку розчину електричного току. Тоді на аноді вилучиться свинець (PbO_2), а на катоді металюва мідь.

Розділити той свинець, що одержано після стоплювання уранового й торієвого, не можна ніякими хемічними засобами, бо вони тотожні по хемічних властивостях, а не ріжні, як то мідь і свинець.

В останні часи (1919, 1920, 1921 роки) Астон довів своїми незвичайно точними експериментальними методами, що в дійсності більшість простих тіл є мішанина подібних ріжних форм елементу.

Ці ріжнотіпності названо ізотопами; це слово значить: те, що займає одно й те ж місце (в періодичній системі Менделєєва).

Астон знайшов, що навіть хлор складається з мішанини з атомовими вагами 35 і 37, що їх змішано в такій пропорції, що в середньому маємо звичайну атомову вагу 35,45.

Бор, неон, кремній, бром і аргон складаються із сумішки двох ізотопів, живе срібло з 6 і т. д. Із досліджених Астоном елементів були знайдені й елементи «чисті» без ізотопів, це: водень (1,008), гелій (4,00) (під сумнівом), вугіль (12), азот (14,01), кисень (16,0), фтор (19), натрій (23,0), фосфор (31,04), сірка (32,06), мишак (74,96), йод (126,92) і інші.

Два величезної ваги висновки випливають із дослідів Астона. Перше, з'явища ізотопії широко розповсюджено проміж відомими елементами; друге: атомові ваги всіх ізотопів, а також і для «чистих» елементів зазначились цілими числами або ж, принаймні, вони дуже мало ухиляються від цілих чисел, коли їх віднесено до кисню ($O=16$). Тільки водень в значній мірі ухиляється від цього (на 0,8%).

На цих висновках слід уважно зупинитися.

Широке поширення ізотопії насамперед мимоволі по аналогії з елементами радіоактивними примушує мислити, що в обох випадках мається спільна причина, а саме, що всі елементи мають радіоактивне походження. Ця думка потверджується схемою Содді і Фаянса; вони зазначають, що виліт альфа-частинки з атому завше викликає пересовування знов створеного елемента на дві групи періодичної системи ліворуч від материнського елемента, а виліт бета-частинки (електрона)—пересовування на одну групу праворуч. Отже через такий порядок елементи «розганяються» по групах Менделєєва і нащадки можуть повертатись до свого предка-елемента в одну й ту ж групу, а при великій близькості атомових вагів дати й початок ізотопії.

Звернемося до другого важливого висновку: атомові ваги всіх «чистих» елементів і окремих ізотопів визначились цілими числами і до того ж з докладністю вищою 0,1%, що її дає метод Астона.

Тут зразу ж нам пригадується відома гіпотеза В. Проута (1786—1850), і ми тепер тільки повинні її визнати, як за одну з геніяльніших здогадок, що їх коли-небудь було зроблено. В 1815 році він писав: «атомові ваги елементів є точними кратними атомової ваги водня», значить, вони є цілими числами, коли прийняти $H=1$. Через рік він, викладаючи свою відому гіпотезу про загальне походження елементів, зазначив: «коли погляди, що нами їх висловлено, правдиві, ми майже можемо вважати первісну матерію (протіл) давніш втіленою у водні».

Проут вважав, що всі хемичні елементи походять з протілу, себ-то з водню, шляхом поступового загускнювання.

Але тут виникає одно непорозуміння, що його слід усунути, Водень, що його атомова вага служить одиницею для вимірів атомової ваги окремих ізотопів, визначився не тим воднем, що ми його добре знаємо, в формі простого тіла, легкого газу або в формі численних сполучень, починаючи з найпростішого—води. Цей водень і зараз залишає свою дробну атомову вагу 1,008. Але взірцевим елементом, «протілом» Проута

виступає зараз новий, невідомий в вільному стані елемент з атомовою вагою $=1/16$ ваги кисневого атому. Отже, була якась передбачаюча чулисть чи інстинкт, що по ньому хемики задовго до навчання про ізотопію, за загальною згодою, вирішили змінити атомову вагу, відмовившись від традиційного водня й прийнявши атомову вагу кисня $=16$. Так уявлений водень, водень філософів, подібно тому, як давні відрізняли уявну фіктивну воду, воду філософів від звичайної води, доводиться тепер визнати складовою частиною різнорманітних елементарних атомів. Йому недавно на останньому з'їзді Британської асоціації надали назву протону.

На щастя, перед таким несподіваним фактом ми не стоїмо в такому ж безпорадному вигляді, як хемики далекого минулого перед своїми таємними елементами. Присутність в ядрі елементарних атомів водня, чи протону є не одна тільки здогадка, що її зроблено на основі посередніх міркувань; тепер це є простий висновок з фактів, відкритих Рутерфордом, що йому пощастило із атомів багатьох елементів вирвати дійсний, реальний водень.

В 1919 році він розбив на частки атом азоту, піддавши його в трубці бомбардуванні альфа-частинок, що вилучались із радія. Ці альфа-частинки, зіткнувшись з атомами азота, вибивали з його атомів водень! Отже, Рутерфорду вперше на землі пощастило розкласти атом хемічного елементу й довести, що водневі атоми, які тут звільняються, створюються завдяки руйнуванню ядра азотового атому.

Вперше знайдено досвідний доказ того, що ядро елементів—складне. Вперше людині пощастило не тільки спостерігати перетворювання елементів, але й самій, руйнуючи атоми одного елементу, одержати з них атоми другого.

В кінці 1921 року Рутерфорд розклав бомбардувкою альфа-ічастинками цілу низку елементів: бор, флюор, натрій, алюміній, фосфор.

Ці спроби підтверджували гіпотезу про склад атомового ядра із центральної частини, що складається з атомів гелія і з водневих атомів, які оточують центральну частину; вони слабш звязані й піддаються відщеплюванню під натиском бомбардування альфа-частинок. На користь такого здогаду можна привести факт, що всі згадані зараз елементи, які піддались розпаду від штовхання їх альфа-частинками, мають атомову вагу, відповідаючи загальній формулі $4n + a$; в ній $a = 2$ або 3 , n — ціле число:

Елемент	маса		$4n + a$
Бор В	11	=	$2 \times 4 + 3$
Азот N	14	=	$3 \times 4 + 2$
Флюор F	19	=	$4 \times 4 + 3$
Натрій Na	23	=	$5 \times 4 + 3$
Алюміній Al	27	=	$6 \times 4 + 3$
Фосфор P	31	=	$7 \times 4 + 3$

Ці елементи, правдоподібно, збудовано з гелія ($4n$) і водня (a). Навпаки, елементи, що не вилучають водню під впливом альфа-проміння, відповідають типу $4n$ і їх можна вважати збудованими з одного гелію, напр., кисень $= 16 = 4n$ — чотири атоми гелію He^1).

Все, про що нам ще треба дізнатися, аби розігнати всі сумніви, це виявити, куди зникають майже $0,8\%$ маси водневого атому, коли він страчує своє індивідуальне існування й робиться частиною атомового ядра складнішого елементу.

Проф. Чугаєв вважає, що хоч і нема ще цілковитого пояснення цього факту, але, проте, можна зазначити, що з точки зору принципу відносності Ейнштейна можлива часткова страта творивом своєї маси, а саме тоді, коли одночасово чиниться значна витрата енергії. З огляду на колосально видатну сталість, що нею визначаються атоми й особливо атоми гелія, що, правдоподібно, відіграють особливо важливу роль в будівлі атомового ядра інших елементів, можна сподіватись, що як раз тут є теоретичні основи чекати тієї страти маси, яка спостерігається в дійсності, бо створювання атомів He — недіяльного гелія з атомів H повинно супроводитись колосальним вилучуванням тепла. Тут правдоподібна часткова страта й маси...

Не багато часу минуло після відкриття радію й радіоактивних з'явищ. Досліди цього цілком нового світу перетворювань матерії й енергії, нового уявлення про атом, як про складну систему з матеріального ядра (гелій і водень), що його окутано вихором із атомів електричної енергії, електронів, — ці досліди не тільки привели до навчання про еволюцію елементів з єдиного «коріню», але поставили на чергу й питання про відносини між електричністю й матерією. І ця проблема наближається уже до розв'язання.

¹) Ми не можемо вичерпати і навести тут всього того додаткового матеріалу, що зібрався за останні часи, бо й так уже вийшли за межі того місця, що нам було запропоновано Редакцією для нашої теми. Отже, цікавим можна назвати такі роботи: Фаянс: *Радиоактивность*. 1922. Петроград; Проф. Л. А. Чугаєв: «Природа и происхождение химических элементов». Петроград. 1923 (ми його тут почасти використали: В. Курбатов: «Начала Химии». Петроград. 1923 р; Л. Мейтнер: «Радиоактивность и строение атома». 1922 р; Л. В. Писаржевский: «Основы неорганической химии». Катеринослав ДВУ. 1922 р; Э. Резерфорд (Рутерфорд): «Строение атома и искусств. разлож. элементов», Москва—Петроград, Гос. Из. 1923 г.

Проф. П. КУЧЕРЕНКО

Сучасний погляд на внутрішню секрецію.

«Справа медиків — досліджувати та класифікувати різноманітні виділення, що виникають як наслідки розладів кожного органу зокрема». Bordeu, *Analys medicinal du sang*, 1775.

Прагнення до істини, так би мовити, до «сонця знання» — є основна риса людського розуму.

Людність, в особі найкращих своїх синів, завжди шукає й шукатиме сути річей, намагається з'ясувати природу оточуючих її фізичних та біологічних явищ, встановити закономірність та взаємозалежність подій, що відбуваються навколо, в природі і в організмі людини та тварини.

На цьому шляху багато пройдено й зроблено, але ще більше залишається зробити.

На цьому трудному шляху від темряви до світла знання людність проробила надзвичайну роботу — від зовнішніх вражень, туманних та неясних, через науковий аналіз до сучасного синтезу.

І дивна річ, в багатьох галузях знання ми бачимо, що думка сучасної людини ніби вертається до попереднього, до давніших, вже забутих, поглядів, але вона міцна й могутня чистим знанням фактів, законів, що керують і мертвим і живим.

Так було й у царині тої науки, що тепер називається «внутрішньою секрецією».

Ще у старих філософів та природників і медиків — Аристотеля, Галена, Гіппократа — ми знаходимо вказівки на те, що в організмі тварини та людини існує якийсь зв'язок між оруддями тіла — якась кореляція, якісь взаємовідносини.

Суть цих поглядів була неясна, але людність жила з ними на протязі дуже довгого часу.

Учення Галена про «соки», крази та дискразії існувало в медицині дуже довго, воно було робочою гіпотезою.

Але на зміну цим філософсько-спекулятивним поглядам на суть подій в здоровому та хворому організмі поволі з'явилися нові.

Помалу, поряд з звільненням людської думки від середньовічної схоластики, одночасно з наступом епохи «Відродження» з'явилися незабутні ймення Везаліуса, Гарвея, Мальпігі, Морганьї, Шлейдена й Шванна та інших.

З великими труднощами людська думка скинула з себе тягар вікового пригноблення авторитетів.

З'явилися вчені, що іноді під загрозою релігійного дикунства та темряви народу почали студіювати й аналізувати будову та функції організму тварини та людини.

Нарешті, помалу було знайдено інших методів досліджування; крім звичайної макроскопії, було винайдено мікроскопа, було знайдено клітку, народилися цілком нові дисципліни—гістологія та целюлярна патологія.

З останньою дисципліною нерозривно зв'язано світле й незабутнє ім'я Rudolf'a v. Virchow'a.

З'явилася нова наука про т. зв. целюлярний імунітет, неуразність—з якою зв'язано велике ім'я проф. І. Мечнікова.

Так помалу було зруйновано відживші, безґрунтовні погляди на суть подій в живому тілі, стремління людського розуму до аналізу було доведено до кінця; сучасний морфологічний аналіз вже майже досяг кордонів можливого.

Але треба зауважити, що разом з роботою зазначених вчених медиків та біологів непинно працювали люди і в інших галузях знання—фізики, хемії, фізіології й особливо в царині тепер могутньо розвиненої науки—фізіологічної хемії, хемії живого організму.

Як вже зазначено вище, ще стародавні природники та лікарі вказували на те, що між частинами цілого організму існує певний зв'язок, кореляція, «*consensus partium*», і де-який час здавалося, що цей зв'язок підтримує лише центральна нервова система при допомозі периферичних нервів та симпатичної нервової системи.

Але з розвитком позитивного знання зростало упевнення в тому, що, крім чисто нервового зв'язку між частинами організму, є ще якийсь зв'язок біо-хемічного характеру, і в 1775 році Borden, французький вчений з Монпельє, висловився в тому розумінню, що кожний орган виготовлює якийсь специфічний секрет, який вступає до крові, та що ці виділення корисні й необхідні для організму.

Думка Borden мала тим більший ґрунт, що кровобіг вже був відкритий англійським вченим Harvey'ом в 1628 році.

Але людська думка в цьому відношенні була не зформована і потрібен був авторитет таких вчених, як Brown Sequard (1869) та Cloude Bernard (1855), аби обґрунтувати думку про т. зв. внутрішню секрецію, гуморальний, так би мовити, зв'язок між частинами цілого.

Так само в доповнення до т. зв. целюлярного імунітету І. Мечнікова з'явилися ідеї школи Büchner'a, яка обґрунтувала т. зв. гуморальний імунітет, себ-то неуразливість, опір живого організму через присутність в соках (крові та лімфі) т. зв. «імунних» сполук проти біологічних побудчиків хвороб.

Ідеї Büchner'івської школи знайшли відгук в ученому світі; ці ідеї було розроблено, було запропоновано багато теорій, що

намагалися з'ясувати ці явища; тут треба згадати про теорії Р. Ehrlich'a та S. Arrhenius'a.

Таким чином, тепер ми стоїмо перед фактом, що, з одного боку, є форма живої матерії—організм-клітка, з другого—функція цієї матерії—якісь секрети, особливі тіла, сполуки органічного характеру, імунні тіла, ферменти й т. п., що виділяються органами, тканинами, навіть окремими клітинами.

За Starling'ом та Bayliss'ом, ці секрети, що утворюють «consensus partium», називають гормонами (від грецького слова—*ὁρμῶν*—побуджую).

Після Cl. Bernard'a відомо, що залози тварини (печінка, коса і т. п.) крім того секрету, що вони виділяють з метою травління їжі, ще, крім того, віддають щось—секрет, гормон—в кров.

Таким чином вже Cl. Bernard говорив про «secretion interne» в протилежність «secretion externe».

Тепер внутрішня секреція вже є встановлений факт; ми знаємо багато залоз або комплексів клітин, які виділяють гормони або інкрети (Abderhalden, Roux).

Подібні органи називаються залозами з внутрішньою секрецією або ендокринними залозами.

Визначення, яке ми тепер можемо дати біологічному явищу, яке ми називаємо інкрецією, буде слідує: залози з певною анатомичною та гістологічною структурою виділяють в кров та лімфу певні субстанції, секрети, або інкрети, котрі специфічні для кожної залози.

Ці інкрети впливають на функцію інших клітин в самій незначній кількості, але без того, щоб ці інкрети уживалися, яко структурний матеріал (A. Weil).

Таким чином, інкрети нагадують нам або ферменти, або добре відомі в хемії каталізатори, які в невеликій кількості роблять величезний вплив.

...Небагато рядків, мало слів—але в них ми маємо сучасний підсумок, квінт-есенцію колосальної роботи людської думки на протязі віків.

Можна запитати, чим же відрізняється теперешній, так би мовити, «гуморалізм» від гуморалізму старих авторів.

Від гуморалізму старих залишився лише «consensus partium», якого вони передчували цілком інтуїтивно, решта—все нове, й конкретне.

Шляхом інтуїції, шляхом широких узагальнень, люди давно припускали можливість зв'язку між частинами цілого організму, але оскільки й ціле, й частини, й функції їх і в стані здоров'я і в стані недуги були цілком темні й невиразні, то ясно, що й гуморалізм старих був цілком метафізичний.

Ми не хочемо сказати, щоб наші сучасні уявлення були абсолютні, але оскільки ми знаємо структуру живої матерії, оскільки нам відомо про основний камінь її—клітку, оскільки ми знаємо її життя, оскільки ми здобули майже в чистому

вигляді де-які інкрети-гормони (напр. адреналін), оскільки ми вивчили вплив цих інкретів на функцію залежних органів — остільки наші уявлення реальні, конкретні й об'єктивні.

... «Один учасник темного лісу ми повинні залишити за собою: ми ні за що не відмовимося від насолоди протиснутися в царину Невідомого» (W. Oswald).

В нашій сучасній уяві організм складається з систем органів, тканин, та клітин, що знаходяться між собою в корелятивному зв'язку при допомозі нервової системи та внутрішнього середовища — крові та пасоки.

Ці дві рідини, що уявляють собою більшу частину — по вазі — складного організму, є ті оточуючі клітину середовища, в яких вона живе, себ-то асимілює та дезасимілює низку сполук органічного та неорганічного характеру.

Разом з цим клітина виділює з свого тіла певні хемічні субстанції, що звуться секретами; клітини одних органів (печінки, нирок і т. п.), що мають вивідні проводи, виділяють свій секрет у відповідні порожні тіла (в кишки, сечовий міхур і т. п.), або в зовнішній світ (сальні та потові залози).

Але ми знаємо ще органи й комплекси клітин, що вивідного проводу не мають.

Так, напр., борлакова залоза (gl. thyreoidea), волова залоза, (gl. thymus), надниркові залози, мозковий додаток, шишко-вида залоза — гуляк, епітеліальні тільця або колоборлакові залози і т. п. — всі вони проводів не мають; але клітини їх живуть, функціонують і виділяють свій секрет-гормон у внутрішнє середовище тіла — в кров.

Подібні залози ми називаємо ендокринними або кров'яними.

Але треба зауважити, що й залози з зовнішньою секрецією — полові, коса, печінка і т. п. — так само утворюють гормони, так само шляхом інкреції впливають на весь організм, на відповідні органи та системи їх, відіграють величезну роль в економіці цілого організму.

Ми ще не маємо реальних підстав думати, щоб всі клітини організму були здатні до інкреції, але треба думати (для цього вже багато фактичного матеріалу), що й у цьому відношенні питання буде розв'язано позитивно.

На підставі зазначених міркувань ми спочатку розглянемо інкрецію т. зв. ендокринних залоз (або кров'яних), а потім переглянемо інкрецію залоз з зовнішньою секрецією.

.....

І. ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ.

А. Борлакова залоза (glandula thyreoidea).

Борлакова залоза існує у багатьох тварин; вона є й в амфіоксуса, у риби, у рептилій, птахів, нарешті — у ссавців та в людини.

Росташована вона у тварин в краніальному, черепному кінці тіла, у людей на шиї, по боках горла; має вона дві частини, котрі звичайно сполучаються між собою перешийком, але останній може бути й відсутнім.

Крім того, у людини доволі часто від перешийка вгору, в напрямі до язика, тягнеться т. зв. пірамідальний паросток (*processus pyramidalis*)—лишок виводного проводу, котрий у де-яких тварин залишається, у людей же заростає.

Яко знак, лишок цього проводу, у людини на корейо язика завжди залишається маленька ямка—*foramen coesum*.

Виникає борлакова залоза у всіх класів тварин доволі одноманітно—з непарного витискування передньої стінки пельки в обширу другої зябрової дуги, де одночасно утворюється й язик.

Розвиток залози закінчується на 4-ий місяць утробного життя.

Гістологічно борлакова залоза уявляє з себе орган, що складається з сполучуючо-тканної основи та великої кількості епітеліальних міхурців, укритих кубичним епітелієм. Розмір цих міхурців—невеликий—від 40 до 100 мікронів¹⁾; в основі залози дуже багато нервів, кров'яних та пасокових жил.

В порожні міхурців залози завжди багато секрету, т. зв. колоїду, який з хемичного боку уявляє собою складну білковину; мікроскопічно колоїд характерний тим, що добре фарбується квасними фарбами—еозином, пікриновим квасом, квасним фуксином і т. п.

Міхурці закриті, виводних проводів не мають і містиво їхнє, секрет, очевидно, виділюється в кров та пасоку, великі плетива, яких ми знаходимо навколо міхурців.

Кровопостачання борл. залози надзвичайне—вона має аж 4 артерії, що її годують. Вираховано, що на 100,0 гр. залози в одну хвилину через неї пропливає 560,00 куб. сант. крові (через 100,0 гр. тканини нирок лише 100,0 гр. крові); таким чином через борлакову залозу на протязі одного дня пропливає майже 16 разів вся кров людини.

Це вже вказує нам на велике значіння цього органу.

Нервами залозу постачають верхній пельковий нерв та симпатична система.

Треба зауважити, що, крім основної залози на шиї, тепер відомі ще т. зв. додаткові борлакові залози, які збудовані так само, як і головна; їх можна знайти в трьохкутникові між асртою та нижчим щелепом.

З хемичного боку борлакова залоза характерна тим, що має в собі значну кількість йоду. Кількість його в ріжному віці у різних рас та при ріжному годуванні—ріжна, але в середньому у здорової, дорослої людини його приблизно 6,5 мілілі-гранів у всій залозі, себ-то майже весь йод організму.

¹⁾ Мікрон=0,001 мм.

Йод борлакової залози—в стані органічної сполуки, йонізованого йоду, вільного, знаходять лише сліди.

Ваштапп'ом з борлакової залози було здобуто білкове тіло, в якому автором було знайдено до 3—5‰ йоду: автор назвав його — йодотирином.

За Освальдом, колоїд борл. залози складається з 2-х частин — одна вільна від йоду, але має фосфор, друга йод—т. зв. йодотиреоглобулін (до 9, 3—9, 6 ‰ йоду).

Kendall шляхом гідролізу 5‰ натронним лугом здобув з борл. залози органічну сполуку, що розчиняється у воді, є здатна до діалізу, має 60 ‰ йоду.

Автор назвав це тіло—тироксином; за про-форму тироксину можна прийняти відомий триптофан, який через дезамідацію, редукцію, оксидацію та йодидування перетворюється в пироксин.

Таким чином, треба рахувати, що йод з'являється одною з найголовніших складових частин, котра має велике значіння для функції залози; це видно ще з того, що вона затримує йод і тоді, коли систематично організм голодує на йод.

Разглянемо тепер, який же вплив має борл. залоза на діяльність цілого організму й на кожний орган зокрема.

Задля цього можна ужити два головних метода—метод фізіолого-патологічних та клінічних спостережень, з другого боку—метод експериментальний, спроби на тваринах.

Що до спостережень першого порядку, то треба нагадати про те, що велике значіння борл. залози було відоме людям вже дуже давно.

Так, ще римляне знали, що під час змін в половому житті (у жінок) виникає пухлина борл. залози.

З другого боку, клініка дає нам приклади, коли виникає симптомокомплекс або випадання функції цієї залози, або, навпаки, гіперфункції, надмірної діяльності її.

Таким чином тепер говорять про гіпо-або а-тиреози, коли зменшується або випадає функція залози, або ж про гіпер, або дис-тиреози, коли функція збільшується надмірно та псується.

Прикладом перших недугів можна поставити добре вивчені випадки повного або неповного кретинізму, що часто супроводиться слюзовим набряском тіла (шкіри)—мікседемою.

В тихих випадках патолого-анатомічний дослід вказує або на нерозвинення або майже повну відсутність залози; крім цього, систематичне лікування хворих на кретинізм або мікседему препаратами борлакової залози дає надзвичайні по ефекту наслідки: напр., з дитини цілком кретиничної вдачі на протязі кількох місяців утворюється майже цілком здорова й тілом і духом особа.

В протилежність цим гіпо-або а-тиреозам, ми знаємо ще про гіпер-або дистиреози, коли залоза не меншає, а, навпаки, збільшується, пухне, виникає т. зв. воло, струма; поряд з цим

виникає в організмі характерний симптом, відомий під назвою Базедової хвороби.

Клініка цієї хвороби вивчена добре; нам відомо, що збільшена, хвора залоза інкретує надмірну кількість свого гормону, який і викликає різноманітні зміни в крові, в половых залозах, в воловій залозі й взагалі у всьому організмі.

В зв'язку з цим поглядом на суть хвороби запропоновано й засіб лікування—або вирізування вола, струмектомія, або відповідні консервативні лікування.

В руках відомих хирургів (Кохер) струмектомія давала 86% видужання, в 14%—поліпшань; смертність—3,1%.

Консервативне лікування не дає добрих наслідків, органотерапія—лікування препаратами з борл. залози—так само. кращих результатів було здобуто лікуванням анти-тиреоїдином Мебіуса (сироваткою крові тирео-ектомірованих баранів—себ-то баранів, у яких було вирізано залозу) та родагеном Бургхардта (препаратом з молока тирео-ектомірованих кіз).

Отже на підставі сказаного, а також і експериментів на тваринах Клозе, Глейя та інших треба думати, що Базедова хвороба зв'язана з гіпер-та дис-функцією борлакової залози; в даному разі залоза виділює в кров більше, ніж звичайно, і в якісному відношенні гіршого гормона, який і викликає розстрії кореляції внутрішніх органів.

Експериментальні дані на тваринах та почасти й на людях (а саме спостереження над оперованими особами) стверджують нашу сучасну думку в тому розумінню, як це сказано вище.

Вирізування залози у молодих тварин викликає симптом близький до того, який ми називаємо мікседемою.

Впорскування екстрактів, здобутих з вола, струми, людини, викликає у тварини симптоми близькі до тих, що ми спостерігаємо у людей хворих на Базедову хворобу (H. Klose).

Звідси ясно, що борл. залоза впливає своїм інкретом і на весь організм і на корелятивні органи.

Що до впливу борл. залози на решту ендокринних залоз, то в цьому відношенні A. Weil дає таку приблизну загальну схему:

борл.	полові	тимус	кров
залоза	залози		

Але треба гадати, що ці взаємовпливи повинні бути ще складніші.

В даний мент органотерапію препаратами борлакової залози уживають для лікування багатьох різних хвороб—мікседеми, кретинізму, монголізму, інфантилізму, різних дерматозів, астми, золотухи, рахіту, туберкулю й т. п.

Тим самим, як каже проф. Репрев, є щось загальне, на що впливає ця залоза. й це загальне є ростинне життя організму. Очевидно, борлаковий апарат є пристосований з метою асиміляції й синтезу в організмі тварини.

В. Коло-борлакові залози (glandulae para-thyreoideae).

По задніх краях обох частин борлакової залози, між стравоходом та залозою, у місця входження в борл. залозу артерій знайдено ще в 1864 році prof. R. v.-Virchow'им 4 тільця, вагою в 0,03—0,05 грама.

Ці тільця (додаткової борлакові залози Р. Вірхова, епітеліальні тільця німців) у людей виникають одночасно з борлаковою; гістологічно вони уявляють собою комплекс епітеліальних клітин, одягнений спільним капшуком, лежать часто окремо, іноді ж інтракапсулярно в самій борлаковій залозі, виводного проводу не мають, мають розвинену сітку кров'яних та пасокових жил і уявляють з себе ендокринні залози.

Як тепер стало відомо, епітеліальні тільця відіграють велику роль в діяльності організму.

Вирізування цих тілець викликає у тварин і людей симптомокомплекс—тетанію: надзвичайну чутливість до подразнень чутливих та моторних нервів, сильні конвульсії, скорочення м'язів, особливо в обширу верхніх кінцівок. Коли тварина виживає, то кістки її робляться ламкими, м'якими, значно м'якше, ніж у контрольних; зростання зламаних кінцівок йде гірше. Зуби ростуть так само погано, легко ламаються й на них утворюються уразки—каріозний процес. Штучна пересадка, прищеплення тілець до хворого організму знищує всі хворобливі симптоми.

Порівнюючі досліді крови вказують, що епітеліальні тільця відіграють велику роль в балансі Са йонів. Під час страждань цих тілець або експериментального вирізування їх кількість Са в крові падає, рівночасно збільшується виділення з організму (сечою) фосфатів та магnezіяльних неорганічних сполук. Підшкірні впорскування хворим тваринам кальція, магnezія лянтана або торія—знищують явища тетанії.

На підставі вищенаведеного думають, що епітеліальні тільця відіграють велике значіння в асиміляції та в засвоєнню кальція, магnezія й інших неорганічних солей. Йонізований кальцій їжі та крови повинен нормально в кістках та взагалі костній системі полімеризуватися в комплексні сполучення, подібно до того, як глюкозовиноградний цукор перетворюється в полісахарид-глікоген. (Gassmann ¹⁾).

Що до механізму впливу Е. Т. (епітеліальних тілець), то остаточного розв'язання цього питання ще немає, але на підставі багатьох міркувань приймають, що Е. Т. або самі в собі, або виділяючи якийсь гормон, нейтралізують зростаючу kwasність крови, що обумовлюється скупченням в ній аміноквасів.

Збільшення kwasности крови викликає втрату кісткової тканиною неорганічних субстанцій, головне кальція; він розчиняється,

¹⁾ Ці дані дозволяють думати, що так поширена хвороба дитячого віку—рахіт так само залежить від змін в Е. Т.

йонізується та впливає з кров'ю з кісток. По нашій сучасній уяві гормон Е. Т. як раз пристосований до нейтралізації цієї декальцинації кісток.

Між иншим треба зауважити, що на обмін неорганічних матерій в організмі тварини впливають не тільки Е. Т., але й борлакова залоза, тимус і полові залози.

Треба згадати про т. зв. остео-маляцію, що порівнюючи часто й переважно буває у жінок під час вагітності.

Тут справа ще не ясна, але накреслюється якийсь зв'язок між інкрецією яйників (їх жовтих тіл), Е. Т. та борлакової залози й тимус'а.

Так або инакше, при остеомаляції кістки хворої людини робляться надзвичайно м'які, втрачують свої неорганічні інгредієнти.

Вплив яйників в даному разі безсумнівний, тим більше, що через оваріотомію (вирізування яйників) одразу кращає стан хворої.

Але треба згадати про сказане вище відносно Е. Т., про їх регуляцію солевого балансу в організмові.

Вирішення цього питання є справа майбутнього.

С. Волова залоза (*glandula thymus*).

Цей орган лежить у людини як раз за держактом груднини, виникає з 3-ої зябрової щілини й частіше складається з двох частин; виводного проводу не має. Вага залози у людини: при народженню на світ до 15,00 гр., у юнаків—до 40,00 гр., потім вага залози помалу падає, так що біля 40 років вона має приблизно 10,00 гр. по вазі.

Гістологічно вона уявляє з себе лімфоїдний орган, по структурі подібна до лімфатичної залози, але в ній зустрічається багато т. зв. тілець Гассаля, що складаються з епітеліальних клітин. Кровосплавів в цій залозі багато й походять вони з внутрішньої грудної артерії.

Що до ролі, яку відіграє ця інкреторна залоза, то вже а рїгї можна припустити, що вона має відношення до росту—розвитку організму, бо вона існує в ньому, поки він росте, формується; після закінчення росту вона, як вже мало потрібна, зникає, підлягає тому процесові, що ми називаємо атрофією або інволюцією.

Що до патології цієї залози, то в де-яких випадках, як у дітей, так само й у дорослих, спостерігається т. зв. нагла смерть (особливо у дітей), котра настає або сама по собі, або після навіть невеликих оперативних втручань.

Разом з цим на секціях знаходять збільшену волову залозу й пухлину лімфатичних залоз.

На підставі подібних спостережень виникла думка про т. зв. *status thymicus s. thymo-lymphaticus* та *mors thymica*.

Після дослідів Paltauf'a, котрий відкинув чисто механичний вплив збільшеної цієї залози, прийнято в науці можливим існування особливої конституції, що має тепер назву «тимо-лімфатичного стану».

Симптомокомплекс цього статусу дуже складний і треба думати, що в даному разі в утворенні цього недуга приймають участь не тільки тимус та лімфатичний апарат, але й борл. залоза, надниркові залози, полові залози та органи.

Крім цього, є думка, що цей статус природженого характеру і є наслідком природньої аномалії розвитку цілого організму.

З другого боку, експеримент з тимо-ектомією на тваринах показує, що вони ростуть гірше, ніж контрольні, й що вирізування тимуса відбивається дуже зле на розвиткові кістяка.

Після вирізування тимуса у тварин виникають недовладності в обміні матерій, аналогічні тим, що спостерігаються після вирізування Е тілець: абсолютна кількість кальція і в кістках і в організмі падає.

Вирізування тимуса у дорослих, розвинених тварин залишається без наслідків.

На підставі цього треба думати, що тимус має вплив на баланс кальція в зростаючому організмі, що його інкрет сприяє полімеризації кальційних сполук тому, що кальцій краще засвоюється відповідними тканинами.

Romeis хемичним шляхом здобув з тимуса тварин нуклеопротейд, який при впорскуванню впливав так само, як впливають препарати, виготовлені з самої залози.

D. Гуляк (*glandula pinealis*).

Ця невеличка (до 0,2 гр.), ендокринна залоза росташована у людини за 3-м шлуночком головного мозку над четверастими горбками (*corpora quadrigemina*).

Ембріологічно вона є вирост епітелію проміжного мозку, гістологічно уявляє з себе компактну масу доволі великих кліток, які лежать в міхурцях, що утворені сполучуючою тканиною. В основі залози дуже багато кровосплавів; з віком в ній з'являється т. зв. мозковий пісок (*acervulus cerebri*), себ-то дрібненькі камінці з вуглеквасного кальція та магнія.

Присутність піску трактується як відзнака старечої інволюції залози.

Інтересно, що у рептилій *processus pinealis* під час розвитку дає надзвичайно цікавий орган. Цей орган росте й дає довгу рурку, що досягає аж тім'я (*foramen parietale*); тут вона поширюється під шкірою голови. У сліпої гадюки та ящера це поширення нагадує око безхребтових тварин.

Приймають, що гуляк у людини є непарне, тім'яне око але рудиментарне.

Для чого воно існує—це поки не відомо; чи почуває воно (у тварин) тепло або світ—це ще не розв'язано.

Що до значіння цієї залози у людини, то нам вже де-що відомо з патологічної анатомії, клінічних спостережень та даних експерименту на тваринах.

Шляхом експерименту здобуто, що, очевидно, гуляк має вплив у молодих осіб на розвиток полової сфери. Так, Foa на підставі дослідів з вирізуванням гуляка у півнів гадає, що у тварини раніше визрівають полові залози та скоріше виникають другорядні полові відзнаки.

Клінічні та патолого-анатомічні спостереження на людях, у яких було знайдено зміни в цій залозі, надзвичайно інтересні, яскраві й дозволяють зробити важливі висновки.

Знайдено, що захворювання гуляка (новотвори його—аденома, карцінома і т. п.) у молодих осіб завжди супроводяться аномаліями росту, передчасним розвитком полового апарату та полових стремлінь.

Порівнюючи часто захворювання гуляка спостерігаються у хлопців на протязі 1—2 десятиліття зо всіма зазначеними симптомами; при цьому це захворювання або, краще, аномалія, може супроводитися ще й передчасним розвитком розуму, інтелектуальних сил.

На підставі багатьох дослідів (Ogle, Oestereich u. Slawyk, Frankl-Hohwart, Aschkenasy, П. О. Кучеренко та инш.) з повним правом можна говорити про гіпо-або дис-пінеалізм (Marburg), або—а-пінеалізм (Foa).

Е. Мозковий додаток (gI. pituitaria).

Це є так само чисто інкреторна залоза. Росташована вона у людини в турецькому сидлі, в черепі, й має зв'язок з дном 3-го шлунку головного мозку.

Ембріологічно вона є в зв'язку з головним мозком (задня частина) і з борлаковою залозою (передня частина). Крім цього, в ній описана ще 3-я доля, частинка.

Розмір її невеликий по вазі—в середньому 0,5 грама.

Гістологічно різні частини збудовані різно, причому передня частина нагадує борлакову залозу, задня—нервову тканину; середня складається ніби-то з епітельних клітин циліндричної форми. Виводного проводу ця залоза не має й інкрет її виділюється безпосередньо в кров.

Патологічна анатомія, клініка та експеримент вчать нас, що ця залоза має великий вплив на весь організм.

Зустрічається надзвичайно цікава хвороба, що називається акромегалією, себ-то виникає у людини такий стан, коли поряд з явищами опуху мозку, опуху мозкового додатку, збільшуються кінцівки—руки, ноги, шелепи та инш.

Гормона додатку було ізольовано в кристальному вигляді Führer'ом.

Фракціонировкою екстракту залози було здобуто де-кілька фракцій, що впливали різно на різні функції організму.

Так, перша фракція впливала на кров'яне тиснення, без впливу на дихання, та ураз; друга—на всі три; третя—слабо впливала на кров'яне тиснення та дихання, але не впливала на вагітний ураз.

Мішаний екстракт в 1% розчині йде на продаж і уживається в лікарській практиці під назвою «Пітуїтрину», напр. в акушерстві, з метою посилення скорочень уразу під час родів.

Leschke так само здобув з додатку екстракт, що впливав на ураз, кров'яне тиснення та серце.

Robertson здобув з додатку екстракт, що в його дослідах регулював ріст організму.

Г. Надниркові залози (gl. suprarenales).

Ці залози були відомі людям ще з 1563 року після спостережень великого анатома В. Євстахія; але функція цих чисто інкреторних залоз була темна приблизно до 1855 року, коли англієць Томас Аддісон описав особливий симптомокомплекс, що й тепер має назву «Аддісонової хвороби».

При астенії, апатії, слабості виникає низка нервових явищ і особливо т. зв. бронзова пігментація на шкірі та на слизових оболонках.

Разом з цим комплексом явищ було знайдено зміни в надниркових залозах.

Надн. залоз—дві, росташовані вони над верхнім бігуном обох нирок, вага їх—до 11,0—18,0 грамів у дорослої людини.

Вивідного проводу вони не мають, гістологічно вони складаються з 2-х частин—корки та мозкового шару. У нижчих хребтових тварин, напр. у ціклостом, у селяхій, ці два шари зовсім відокремлені, у людини ж вони тісно зв'язані й мають спільний капшук.

Корковий шар ще поділяється на зони—клубочкову, пагінчасту та сітчасту (самувнутрішню, що стикається з мозковим шаром).

Клітки корки та мозкової субстанції відрізняються значно: в той час, коли клітини корки мають в собі переважно ліпоїди, жироподібні сполуки, клітини мозкового шару дуже характерно фарбуються хромом в жовтий кольор, через що ці елементи й звуться хром-афінними або фео-хромні.

Треба зауважити, що подібні фео-хромні елементи знайдені не тільки в мозковому шарі надниркових залоз, але й в т. зв. каротидних залозах, в гангліях симпатичної системи, а також і те, що фео-хромна субстанція надн. залоз тісно зв'язана з симпатичною нервовою системою—й гістологічно й ембріологічно.

Ембріологічно-мозковий шар (супра-ренальний орган) походить з закладок симп. нерв. системи, корка (інтер-ренальний орган) виникає з перитонеального епітелія (очеревини) (Hertwig).

Надниркові залози суть чисто інкреторні залози й гормон їх—головне т. зв. супра-ренін або адреналін, що утворюється хромафінними елементами—виділюється безпосередньо в кров.

Вже в 50-х роках минулого століття Вульпіусом та Вірховим було зазначено, що в надн. залозах можна знайти мікроскопічно субстанцію, яка дає дуже характерні реакції з хлорним залізом (зелений кольор).

Цю «зелену реакцію» можна одержати навіть тоді, коли адреналіну буде в розчині 1:50.000.

Але треба зауважити, що ці кольорові реакції для адреналіну не суть специфічні, бо їх дають ще й аміакові гази, аміни і т. п.

Найкращим методом знаходження адреналіну є метод біологічний, при допомозі експерименту або на цілому організмі (напр., жаби) або на окремих органах (око, вухо і т. п.).

Що до чутливості цих біологічних спроб, то, напр., за Ерманом, адреналін впливає на мускул, що поширює зіницю ока жаби ще в розчині 1:20.000 000.

Кількість адреналіну в 2-х залозах людини вирахована приблизно так: 6 міліграмів на 100 кіло ваги тіла; отже, в крові адреналін існує в розчині приблизно 1:500 міліонів (A. Weil).

Що до хемічної структури цього гормону, то в цьому відношенні пощастило здобути його в чистому вигляді й навіть зробити синтетично.

Ще в 1901 році японець Йокиши Такаміне ізолював адреналін в кристальовій формі і дав йому цю назву.

Адреналін має емпіричну формулу— $C_9H_{13}NO_3$. Stolz же здобув адреналін синтетично з хлор-апетіл-хлориду та орто-диокси-бензолу (т. зв. бренц-катехіну).

Натуральний адреналін Такаміне оптично активний, синтетичний же Штольца—інактивний, але фракціонуванням винним квасом Flächer поділив його на д-адреналін (біологічно ін-активний) та л-адреналін (біологічно активний)—це вже оптично активні сполуки.

Синтетичний л-адреналін цілком ідентичний з натуральним адреналіном Й. Такаміне.

Здобуттям синтетичного адреналіну було зроблено надзвичайне досягнення.

На цьому прикладі ми можемо побачити, оскільки далеко зайшла людність в розвиткові своїх методів, поглядів і досягнень порівнюючи з епохою, так би мовити, філософсько-метафізичною.

Але треба зауважити, що в надниркових залозах, крім адреналіну, знайдено й здобуто (з коркового шару) ще, так би мовити, антагоніста, супротивника адреналіну—холін.

Холін уявляє з себе жироподібне тіло, оптично активне. В протилежність до адреналіну холін, напр., звужує зіницю ока. Холін здобуто в чистому вигляді й синтетично його можна одержати з т. зв. серіну, який уявляє собою аміно-квас і є продукт гідролізу білкової.

Треба зазначити, що холін існує не тільки в надн. залозах, але він є й в інших органах—селезінці, печінці, нирках і т. п.

Крім холіну, в надн. залозах було знайдено ще багато жироподібних сполук—сфінго-мієлін, холестерін та жирні кислоти.

В цих коротких словах цілком не можна накреслити всього, що відомо нам відносно інкреції надн. залоз, але вже з того, що сказано, видно, що внутрішня секреція надн. залоз дуже складна й важлива для організму.

Адреналін впливає побуджуючи на серце, на його автоматичні центри, холін же—навпаки, депресує роботу серця, впливаючи через блукаючий нерв (п. *vagus*).

Крім цього, адреналін впливає подразнюючи на автоматичну мускулатуру кровоснаблених; він підтримує постійно тонус, напруження кров'яних жил на відповідному ступні. Це має надзвичайну вагу, бо ми знаємо, що центральне серце—що в грудях—нормально функціонує лише тоді, коли т. зв. периферичне серце—кровоснаблених, артерії—мають певний тонус.

Так, надниркові залози регулюють роботу найважливішої системи—системи кровообігу.

Цією характерною властивістю адреналіну користуються лікарі, коли вони хочуть досягти або піднесення кров'яного тиснення (що впало, напр., при гострих інфекціях), або знизити кровоснаблених під час операцій, кровотечей і т. п.

Далі, адреналін уживають з метою поширення бронхів при т. зв. бронхіальній астмі, яка виникає у людини через спазм, звуження дрібних бронхів.

В даному разі адреналін впливає на мускулатуру бронхів не безпосередньо, а через симпатичні нерви.

Ще є вказівки, що адреналін впливає й на обмін матерій в організмі, а саме на обмін цукру.

Адреналін впливає побуджуючи на симпатичну нервову систему, яка має велике значіння в вегетативному житті організму.

Тепер, в коротких словах, переглянемо те, що нам відомо відносно залоз, що мають вивідні проводи, але функціонують ще як і ендокринні залози.

В цьому відношенні переглянемо діяльність підшлункової залози та залоз полових—ядер та яйників.

II. ЗАЛОЗИ З ЗОВНІШНЬОЮ ТА ВНУТРІШНЬОЮ СЕКРЕЦІЄЮ.

А. Підшлункова залоза, коса (pancreas).

Це залоза з мішаною секрецією, бо вона, з одного боку, через Вірзунгів провід виділяє свій сік в дванадцятипалу кишку, який перетравлює їжу; з другого—вона ще інкретує певний гормон, що регулює цукровий обмін в організмі.

Це досить велика залоза, лежить вона, як показує сама її назва, під шлунком, ембріологічно вона є витискування первисної кишки, гістологічно ж складається з 2-х родів елементів: з одного боку, в ній є залози, що виділюють сік, який попадає нарешті до кишок, з другого боку—в ній всюди є багато особливих комплексів кліточок, які відношення до Вірзунгова проводу не мають і називаються островками Лангерганза.

Островки ці маленькі—діаметром прибіл. до 0,3 міліметра, кількість їх всіх, маса—прибіл. $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{33}$ всієї залози.

Клітки цих островків, оточені складним плетивом волосників, і свій гормон виділюють в кров.

Людність давно знає про хворобу, при якій людина сохне й виділює солодку сечу,—т. зв. цукровий діабет або цукрицю.

Але тільки після експериментальних дослідів в 1889 році Меринга та Мінковського, що вирізували у собак підшлункову залозу, стало ясно, що коса якимось впливає й регулює цукровий обмін.

Відкриття Меринга та Мінковського було стверджено багатьма авторами й тепер ми знаємо, що хронічні страждання коси, напр., склероз та атрофія зазначених островків Лангерганза невинно викликають т. зв. цукровий діабет худорлявих або цукрицю.

Цей недуг, розладдя внутрішньої секреції коси, супроводиться гіпер-глікемією та глюкозурією, себ-то в крові з'являється надмірна кількість цукру та з сечею що-дня виділюється дуже багато його ж—до 1—2 і більше фунтів.

Вдача цього гормону островків, т. зв. інсуліну, ще мало відома, але ми думаємо, що цей інкрет впливає, регулює цукровий обмін, що він сприяє тому, аби клітини організму добре асимілювали цукор і утворювали з нього полісахарид-глікоген. Глікоген уявляє собою резервний паливний матеріал, який в нормальних умовах, в стані здоров'я людини, відкладається в відповідних коморах-депо—в печинці, у свавільній скелетній мускулатурі гол. чином; звідси, в разі потреби організм уживає цей матеріал, перетворюючи його в віноградний цукор.

В разі страждання, атрофії інкретуючих певний гормон елементів островків Лангерганза—наступає розлад в засвоєнню організмом вуглеводів взагалі; вуглеводи - цукри, головне декстро́за, проходять через нього без утилізації.

В. Полові залози (testis, ovarium).

Ядро чоловіка є залоза з мішаною секрецією: з одного боку, воно через вивідний провід виділює свій секрет, сперму, насіння, з другого ж, як це відомо, воно інкретує гормон—т. зв. маскуліні́н—в кров.

Яйник жінки так само треба віднести до залоз з мішаною секрецією, оскільки зовнішнім секретом яйника можна назвати

жіночі полові клітки, що періодично, що-місяця, під час красок в активному періоді полового життя жінки, виділює яйник через фаллопієву руру в ураз.

Ембріологічно ці залози походять з одного й того ж зародкового епітелія первісної нирки.

Шляхом складного ембріологічного процесу з нескладних первісних полових приладів зародку виникають або чоловічий або жіночий половий апарат, який і обумовлює половий диморфізм людей зо всіма особливостями жіночої та чоловічої істоти.

Тих, що цікавляться питанням про механізм утворення того або іншого полу, проблемою утворення полу ще й досі нерозв'язаною, ми відсилаємо до спеціальних творів; тут же ми коротенько зазначимо про сучасну уяву того, яким чином, при допомозі яких приладів полові залози впливають на весь організм людини, керують ним під час першої, так би мовити, гермінативної, половини життя.

Твердо встановлено, що ці залози, крім специфічної продукції полових елементів (насіння та яєчок), ще мають завданням керувати всім організмом через інкрецію відповідних гормонів—як їх тепер називають—маскулінізіну та фемінізіну.

В чоловічих ядрах, крім сім'яних канальців, що утворюють шляхом складного сперматогенеза сім'яні клітини—сперматозоїди, між канальцями ще знайдено проміжну тканину, інтерстиціальну, в якій є так зв. клітки Лейдига; сукупність цих клітин і називають або інтерстиціальною залозою (Bonin et Ancel), або пубертатною (Steinach).

Що полові залози впливають на весь організм людини й тварини—це було відомо ще за старих історичних часів.

Кастрація тварин з господарчою метою—це факт дуже старий.

Так само дуже здавна на сході уживалася кастрація чоловіків з метою мати або вірного наглядача над гаремом—євнуха, або з метою здобути доброго «сопрано».

Нарешті, де-які релігійні секти, напр. скопчеська, існують давно й уживають метод кастрації з метою заспокоєння бурхливого людського духу й кращого піднесення його до високих релігійних настроїв.

Отже, помічено дуже давно, що відсутність полових залоз впливає надзвичайно на розвій організму, особливо що до розвою т. зв. другорядних полових відзнак—на ріст бороди, взагалі волосся, силу скелетної мускулатури, одклад товщів, тембр голосу, психичне життя людини.

В цьому розумінню полові залози суть справжні активатори то «М», то «Ж» за О. Вейнінгером.

Жіноча полова залоза-яйник, не дивлячися на однакове походження, в зрілому стані збудований цілком инакше, ніж ядро людини.

Залозою цей орган можна назвати оскільки він утворює жіночу полову клітинку—яйце.

Яйце визріває в яйникові в т. зв. фоллікулах Граафа, звідки під час красок воно пасивно, очевидно, пливом пасоки, досягає через Фаллопієву руру до уразу.

Кількість цих фоллікулів (тим самим і яйцевих клітин) у тільки що народженої дівчинки досягає 36000, але до 17—18 років з них залишається лише 5000—7000; з цих же лишків, під час активно-полового життя жінки визріває й, так би мовити, утилізується, лише до 5000.

В разі вагітності з Граафова міхурця, з якого вийшла клітинка, утворюється справжнє жовте тіло, яке й відіграє значну роль в життю вагітної жінки.

З тих же фоллікулів, яйце котрих пропадає марно й не запліднюється, утворюється т. зв. фальшиві жовті тілця.

Атретизовані фоллікули яйника й суть та інкреторна, пубертатна залоза (Штейнах), що керує життям жінки.

Науковий аналіз впливу гормонів полових залоз починається лише з спостережень французького вченого Brown-Sequard'a, якому вдалося на самому собі (йому було прибіл. 72 роки) впорскуванням екстрактів з ядер досягнути доволі значних результатів — суб'єктивного підвищення роботоздатності, піднесення мускульної сили, покращання роботи шлунку та кишок, словом ніби-то було вже досягнуто того «вимолодження», про яке тепер так багато говорять, завдяки останнім роботам Штейнаха.

Нарешті, на підставі багатьох дослідів, було доведено, що полові залози суть дійсно ендокринні органи. Тепер ми маємо вже в своєму розпорядженню екстракти полових залоз (чоловіка та жінки), які й уживають з метою відповідного лікування.

Poehl'ем було запропоновано екстракта з ядер, який ним було названо «сперміном», котрий ніби має формулу $C_5H_{14}N_2$.

Але Бідль не міг відзначити якого-небудь специфічного впливу цього екстракту на дихання, кровобіг та обмін матерій.

Відповідні екстракти були здобуті й з яйників або з жовтих тіл—Istovesco, Fellner, Hermann, Wintz, що мають на ринкові під ріжними назвами.

Hermann'у вдалося впорскуванням здобутого ним екстракту з засушених яйників (невеликими дозами) викликати у трусиків зміни в уразі, пихвах та в Фаллопієвих рурах; зміни були аналогічні до тих, що бувають під час вагітності.

Подібного ж екстракту було здобуто Wintz'ом з жовтих тіл, причому цей екстракт викликав при аменореях появу красок.

Надзвичайний інтерес уявляють собою спостереження з кастрацією та трансплантацією (переприщеплюванням) полових залоз.

У людей післякастраційні явища добре помітні й вивчені на тих випадках, коли людина губить свої полові залози або через несчасть, або втрачає їх через інші причини (скопчество, евнухи).

У подібних осіб, коли вони гублять свої залози під час молодості, всі другорядні полові відзнаки або зникають або не виявляються; разом з цим дуже часто виникає опасистість.

Щось подібне ми спостерігаємо й тоді, коли у людини, в залежності від аномалії конституції та розвитку, не зформовуються як слід полові залози; тоді, як влучно назвали це явище Tandler і Grosz, ми у людини бачим т. зв. евнухоїдизм.

Рання кастрація у обох полів залоз викликає утворення, так би мовити, середнього безполого типу людини з цілком характерним виглядом, вдачою та психологією—кастратів.

Полові гормони—надзвичайні двигуни організму людини. Люди з пригніченою або відсутньою половою інкрецією завжди слабо розвинені, слабій здоров'ям і духом; вони рано старіють і скоріше гинуть або через яку-небудь хворобу, або кінчають душегубством.

Звідси стремління навчитися керувати цими половими гормонами і вже в 1895 році Кнауер робив на трусиках т. зв. авто-трансплантацію яйників.

Переприщеплювання ядер у півнів Berthold'ом дало добрий результат.

Так помалу виявилось, що полові залози можна прищеплювати від одної особи до другої, але ця пересадка вдається лише в межах одного й того ж виду: від півня до півня, від морської свинки до морської свинки і т. д...

На людях перший раз пересадку яйників зробив Morison в 1895 році у жінки 20 років з добрим результатом.

Але ці прищеплювання були, так би мовити, гомосексуальні, в межах одного полу.

Далі було зроблено на тваринах ще Hunter'ом, Bicura та ин. так зв. гетеро-сексуальні пересадки залоз, себ-то, напр., від самки до самця.

Ці старі спостереження за наші часи були поновлені Steinach'ом, Б. М. Завадовськими та инш. Нові дослідження на тваринах довели, що половий диморфізм обумовлюється головним чином інкрецією полових залоз, що гормони їх обумовлюють появу «залежних полових відзнак» (у півнів—голос, прикраси, остроги і т. п.). Ці роботи вказують, що самка має в собі «незалежні відзнаки» самця й навпаки, і що кастровані організми—асексуальні.

Ще тут треба нагадати про так зв. гермафродитизм, себ-то двуполість.

Справжній гермафродитизм—порівнююча рідкість у людини; трохи частіше він зустрічається у тварин, напр., свині. Чим вище організація тварини тим ця хиба розвитку зустрічається рідше.

Але все ж таки між людьми зустрічаються справжні дво-полі особи, які мають і яйники і ядра, або т. зв. ядро-яйник (ovo-testis).

Ці особи можуть мати вигляд чоловіка, але частіше спостерігається жіночий тип. Тут цікаво зауважити про погляди Pick'a й Steinach'a, які зазначають, що навіть в диференційованих яйниках жінок є полові клітки чоловіка, які при відповідних умовах виявляють вплив свого гормону.

Як виникають двополі особи, сказати поки-що дуже трудно. Як рано організм людини починає розвиватися по чоловічій або по жіночій лінії—поки-що невідомо. Можна лише зазначити, що полові залози походять з одних і тих же кліткових елементів, і що розвій цілого організму, зовнішніх половых органів та другорядних відзнак є функцією половых інкретів.

Цей погляд може допомогти нам з'ясувати собі й зовнішній вигляд двополох осіб і їх характерні риси.

Значно частіше, ніж справжня двополість, спостерігається т. зв. фальшивий гермафродитизм, себ-то, коли у особи будуть залози одного полу, напр., ядра, а зовнішні полові органи та другорядні полові відзнаки іншого, напр., жінки.

Подібних випадків зібрано в літературі дуже багато—до 1600 випадків.

Подібні особи можуть мати вигляд то жінки, то чоловіка, але переважають у них все ж таки риси того полу, до якого належать вони по своїх залозах.

Отже, вплив половых гормонів на організм людини великий: вони керують ним і під час утворення організму і за часи сексуального життя, яке у різних осіб, у різних полів, у різних рас і в різних кліматах—різне.

Під час старости полові залози зникають, в'януть, так би мовити, усихають, як квітка в'яне в-осени.

Що виникає раніш,—чи старість, старечі зміни викликають атрофічні зміни в половых залозах, чи то зміни в залозах обумовлюють появу старечих змін в організмі, це ще не вирішено; це повинно бути метою наступних робіт в цьому напрямкові і це питання треба поставити в першу чергу при спостереженнях в напрямку вирішення проблеми старости й смерті взагалі.

Були спроби на тваринах (Harms) з пересадкою старим тваринам половых залоз молодих—ці спроби дали позитивний результат.

Після подібної трансплантації у тварин (морських свинок) знову з'являлося libido, жвавість, рухливість, сила мускульна, відновлювався сперматогенез.

Harms вимолодив 17-літню стару собаку трансплантацією ядер молодого пса; ця спроба дала так само добрий результат.

На підставі цих дослідів, а також і власних спостережень за останні часи Steinach запропонував «вимолоджувати» при

допомозі перев'язки виводного проводу полових залоз (зрозуміло, що це можна зробити лише на чоловічих особах).

Підставою для подібної пропозиції Штейнаха були ті спостереження, що при експериментальних дослідках з перев'язкою виводного проводу, а також при дослідках полових залоз у крипторхичних осіб (себ-то у таких, у яких полові залози, ядра, через аномалію розвою затримуються чи в паховому каналі або вище, в ямині черева) разом з атрофією секреторних елементів (сім'яних каналців) виникає гіпертрофія «пубертатної» залози, себ-то проміжних кліток Лейдіга (див. вище).

На підставі цих експериментальних робіт Lichtenstern зробив на старих чоловіках спробу «вимолоджування» при допомозі перев'язки виводного проводу; причому іноді ця операція (по суті не складна) робилася непомітно для особи.

При цьому спостерігалось пробудження пожадливості (libido), яка піднімалася до ступнів молодого віку й піднесення мускульної сили.

Цим спостереженням ледве 4 роки, і цілком справедливо зазначає А. Weil, що треба чекати на більш ясні вказівки про те, як впливає це «вимолоджування» старого організму на інші інкреторні залози і чи не може бути так, що після «бурхливої штучної молодости» хутчіше наступає кінець індивідуального життя—смерть.

Цей погляд цілком справедливий і вірний, тим більше, що ми вище бачили, що всі інкреторні залози, ці могутні двигуни нашого індивідуального життя, є в тісному й нерозривному звязку.

Тепер, після цього короткого огляду сучасного стану науки про інкрецію, зробимо підсумок всьому сказаному.

По-перше, зауважимо, що замість старих метафізичних поглядів на кореляцію органів складного організму ми маємо в своєму розпорядженню цілу низку певних фактів.

Кількість цих фактів з кожним кроком науки збільшується.

Ці факти стверджують нашу думку про те, що, крім кореляції нервового характеру, «consensus partium», звязок органів тіла підтримується при допомозі біо-хемічного апарату, при допомозі ендокринних залоз та їх інкретів—гормонів.

Гормони по більшості специфічні й є складні, органічного характеру сполуки.

По своїх біологічних впливах вони нам нагадують так зв. каталізатори або ферменти, що впливають в самій незначній кількості й не уживаються, яко структурний матеріал.

Можна думати, що до інкреції здатні всі клітини складного організму, але «кров'яні» залози суть спеціальні інкреторні органи.

Впливові гормонів підлягають і зріст і утворення полу (полових відзнак), всі органи й системи їх (скелетна, м'язова

і т. п.); навіть психологія людини цілком залежить від взаємовпливів цих гормонів.

Гормони керують організмом і в стані здоров'я і в стані недугу.

Розлад інкреції відповідних залоз викликає відповідні зміни в системах органів або у всьому організмі.

Певний добробут організму буде тоді, коли інкреція та взаємовпливи ендокринних залоз налагоджені, коли вона дозорована добре й точно, коли між взаємовпливами буде рівновага, якої досягти надзвичайно трудно, навіть і неможливо через природу живого організму, на який невинно впливають всі життєві обставини, що його оточують,

Це хитання навколо центру рівноваги інкреції й є життям організму; воно й сприяє виниканню тих або інших патологічних змін в організмі. Це постійне хитання, очевидно, й викликає старість та смерть.

Внутрішнє середовище організму—кров та лімфа—є арена жорстокої боротьби всіх соматичних клітин за існування індивідуума.

Життя, боротьба й смерть клітин нашого тіла—є життям, боротьбою за існування й смерть нашого «Я». Справа науки майбутнього остаточно розв'язати цей вузол інкреції, взяти в свої руки всі ниточки й зробити наше індивідуальне життя легким і спокійним, смерть же—фізіологічною, бажаною як бажаний спокійний сон після трудної роботи.